

## Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Pembuatan Rangka Drone

<sup>1\*</sup>Muhammad Ikhsan, <sup>2</sup>Indra Permana, <sup>3</sup>Riza Arif Pratama, <sup>4</sup>Sahid Bayu Setiajit,  
<sup>5</sup>Dimas Ahsan Assidiqi, <sup>6</sup>Sandy Laila Suci Ramadhani

<sup>1</sup>Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Surakarta, (0271)726278

\*e-mail: mr.ikhsanmuhammad@lecture.utp.ac.id

### Abstrak

Drone merupakan salah satu teknologi terkini yang berkembang pesat untuk memberikan manfaat positif di Masyarakat. Pengembangan *drone* dapat dilakukan melalui berbagai cara diantaranya melalui peningkatan performa rangka *drone*. Rangka *drone* dapat terbuat dari berbagai jenis material, salah satunya material komposit yang memiliki sifat mekanis yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Pada penelitian ini, serat sabut kelapa dipilih sebagai bahan penyusun komposit karena ketersediaannya yang melimpah, ringan, dan ramah lingkungan. Komposit serat sabut kelapa dibuat untuk menjadi salah satu alternatif penyusun rangka *drone*. Untuk mengatasi kekuatannya yang rendah, maka serat sabut kelapa digunakan bersamaan dengan fiberglass sehingga menjadi komposit hybrid. Uji tarik, uji tekuk, dan uji dampak dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik komposit *hybrid*. Hasil pengujian kemudian dijadikan sebagai dasar dalam penentuan desain *drone*. Dua jenis spesimen uji tarik dibuat menggunakan metode *hand lay-up* dimana jenis fiber divariasikan untuk melihat pengaruh variasi jenis fiber terhadap kekuatan komposit. Jenis pertama yaitu komposit dengan fiber berupa mat sabut kelapa dan mat *fiberglass*, dan jenis kedua yaitu komposit dengan fiber berupa mat sabut kelapa dan WR (Woven Roving) *fiberglass*. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa komposit jenis kedua lebih direkomendasikan karena kekuatan yang lebih tinggi serta hasil yang lebih konsisten. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit jenis kedua memiliki kekuatan tarik 32,7 MPa, kekuatan tekuk 82,4 MPa, dan mampu menyerap energi dampak sebesar 2,34 Joule. Dan terakhir, pada penelitian ini komposit *hybrid* dibuat menjadi rangka *drone* lalu diintegrasikan dengan komponen elektrik sehingga *drone* dapat terbang.

**Kata kunci:** sabut kelapa, rangka drone, komposit hybrid, kekuatan tarik

### Abstract

*Drones are one of the latest technologies that are developing rapidly to provide positive benefits in society. Drone development can be done in various ways, including by improving the performance of the drone frame. Drone frames can be made of various types of materials, one of which is composite material that has mechanical properties that can be adjusted to needs. In this study, coconut fiber was chosen as the composite material because of its abundant availability, light weight, and environmentally friendly. Coconut fiber composites are made to be one of the alternatives for drone frames. To overcome its low strength, coconut fiber is used together with fiberglass to become a hybrid composite. Tensile tests, bending tests, and impact tests were carried out to determine the mechanical characteristics of the hybrid composite. The test results are then used as the basis for determining the drone design. Two types of tensile test specimens were made using the hand lay-up method where the type of fiber was varied to see the effect of variations in fiber types on the strength of the composite. The first type is a composite with fiber in the form of coconut fiber mats and fiberglass mats, and the second type is a composite with fiber in the form of coconut fiber mats and WR (Woven Roving) fiberglass. The tensile test results show that the second type of composite is more recommended because of its higher strength and more consistent results. The test results show that the second type of composite has a tensile strength of 32.7 MPa, a flexural strength of 82.4 MPa, and is able to absorb impact energy of 2.34 Joules. And finally, in this research, the hybrid composite was made into a drone frame and then integrated with electrical components so that the drone can fly..*

**Keywords:** coconut fiber, drone frame, composite, mechanical properties

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat untuk memberi manfaat yang positif terhadap masyarakat. Salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat saat ini adalah *drone*. *Drone* akan menjadi teknologi yang sangat banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari dan mudah diakses oleh semua orang. Ruang udara akan lebih ramai dipenuhi oleh *drone* yang berseliweran (Bangkui et al., 2020). Pengembangan *drone* dapat dilakukan melalui berbagai aspek seperti peningkatan performa rangka *drone* (Harika, Kumar, & Rao, 2024), pemilihan konfigurasi sayap yang tepat (Mittal, Sahu, & Kulkarni, 2024), pemilihan metode manufaktur yang tepat (Shelake et al., 2024), peningkatan sistem kendali drone melalui integrasi *Artificial Intelligence* (Somasekhar, 2024), serta pemilihan material drone yang mampu mengatasi *Electromagnetic Interference* (Aparna et al., 2024).

Rangka *drone* dapat dibuat dari berbagai jenis material seperti logam, komposit, maupun plastik. Material komposit serat sintesis, seperti serat karbon, merupakan salah satu material yang sering dijumpai di berbagai *drone* karena memiliki sifat mekanis yang baik. Selain serat sintesis, material komposit dapat juga memanfaatkan serat alam sebagai salah satu komponen penyusunnya. Berbagai serat alam telah diteliti sebagai bahan dasar pembentuk material komposit, antara lain serat sabut kelapa (Gundara & Nur Rahman, 2019; Mawardi & Hanif, 2018; Retyo Titani dkk., 2018; Zulkifli dkk., 2020), serat tebu (Siswanto dkk., 2023; Wijaya & Hidayat, 2022), serat ijuk (Ilham dkk., 2019) dan serat bambu (Putra dkk., 2023). Serat alam tersebut dapat digabungkan dengan matriks seperti polimer *Unsaturated Polyester*, sehingga menjadi material komposit dengan sifat mekanik yang diinginkan. Material komposit yang berbahan serat alam memiliki massa jenis yang rendah dan ramah lingkungan, namun sifat alami serat alam yang dapat menyerap air mengakibatkan ikatan antar bahan penyusun komposit (matriks dan serat) menjadi kurang kuat (Akil dkk., 2011). Dalam aspek kemudahan bahan terurai di alam, serat alam tentu lebih unggul dibandingkan bahan lain seperti aluminium, plastik, maupun serat sintesis (Rajoo dkk., 2023).

Indonesia sebagai negara kepulauan tropis memiliki kekayaan alam penghasil serat alam yang melimpah, salah satunya adalah serat sabut kelapa. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2021 Indonesia memproduksi kelapa sebanyak 2,82 juta ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022). Daging dan air buah kelapa dapat dikonsumsi langsung, sedangkan sabut kelapa menjadi limbah yang melimpah jumlahnya. Serat sabut kelapa ini dapat diolah menjadi produk-produk

yang kuat dan memiliki nilai jual yang tinggi, salah satunya sebagai bahan utama komposit penyusun rangka drone.

Selain ketersediaannya yang melimpah, sabut kelapa yang dibuat menjadi komposit memiliki sifat yang ringan dan ramah lingkungan. Sabut kelapa dapat dibuat menjadi komposit dengan metode yang sederhana (kemudahan manufaktur) seperti *hand lay-up* dan dapat memiliki kekuatan tarik 18 MPa yang cukup memadai untuk digunakan sebagai rangka drone (Ikhsan dkk., 2024). Sabut kelapa juga memiliki potensi untuk ditingkatkan kekuatannya melalui berbagai perlakuan seperti perendaman pada larutan NaOH (Cikal, 2024) dan penggunaan beberapa serat secara bersamaan menjadi komposit *hybrid* (Setiajit dkk., 2024).

Studi dalam menentukan komposisi komposit dengan menggunakan serat sabut kelapa sebagai salah satu penguatnya perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan serat alam sebagai bahan rangka drone. Rajoo dkk melakukan analisis tegangan dengan menggunakan software Ansys untuk mendapatkan bentuk atau desain rangka drone yang terbaik. Penelitian lain menyebutkan bahwa untuk membuat drone dengan bobot dibawah 1 Kg dibutuhkan komposit sabut kelapa dengan tebal minimum 3,5 mm (Ikhsan dkk., 2024).

Dalam penelitian ini, serat sabut kelapa akan digunakan bersamaan dengan *glass fiber* untuk membentuk komposit *hybrid*. Untuk lebih memahami karakteristik komposit *hybrid* yang dibuat dari sabut kelapa, maka akan dilakukan uji tarik, uji tekuk, dan uji dampak. Kedepannya, karakteristik material yang diperoleh dari hasil uji tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan rangka drone.

## **Metode**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan memperoleh data dari hasil pengujian terhadap spesimen komposit *hybrid*. Pengujian dilakukan dengan mengikuti standar yang ada, yaitu standar ASTM D638 untuk uji tarik (*tensile test*), standar ASTM D790 untuk uji tekuk (*bending test*), dan standar ISO 179 untuk uji dampak (*impact test*).

Uji tarik dilakukan terhadap dua jenis spesimen komposit *hybrid* dengan variasi pada jenis fiber penyusunnya. Jenis pertama yaitu komposit dengan fiber berupa mat sabut kelapa dan mat fiberglass, dan jenis kedua yaitu komposit dengan fiber berupa mat sabut kelapa dan WR (*Woven Roving*) fiberglass. Serat *mat* tersusun atas potongan-potongan serat yang terdistribusi secara acak, sedangkan WR (*Woven Roving*) tersusun atas untaian serat kontinyu. Hasil uji tarik kemudian

dianalisis untuk dipilih jenis fiber yang lebih baik. Setelah diperoleh jenis fiber yang lebih baik, selanjutnya jenis fiber tersebut akan dipilih sebagai bahan untuk uji tekuk dan uji impak.

Material komposit disusun dari kombinasi antara *glass fiber*, serat sabut kelapa, resin dan katalis. Panel material komposit dibuat dengan metode *hand lay-up* dengan mencampurkan resin SHCP yang telah ditambahkan dengan katalis. Panel komposit kemudian dipotong sesuai dengan spesimen ASTM D638 (untuk uji tarik) setelah panel tersebut *cured*. Dua jenis panel komposit dibuat dengan susunan/urutan lapisan seperti yang terdapat pada Tabel 1. Selanjutnya tiap panel dibuat menjadi 7 spesimen sehingga diperoleh total spesimen sebanyak 14 buah. Kemudian uji tarik dilakukan terhadap spesimen-spesimen tersebut untuk mendapatkan karakteristik dan kekuatan tariknya.

Tabel 1. Urutan Lay-up Komposit dari Atas ke Bawah

Layer	Panel 1 (Mat)	Panel 2 (WR200)
1	Mat Glass Fiber	WR Glass Fiber
2	Mat Glass Fiber	WR Glass Fiber
3	Mat Serat Sabut Kelapa	Mat Serat Sabut Kelapa
4	Mat Glass Fiber	WR Glass Fiber
5	Mat Glass Fiber	WR Glass Fiber



Gambar 1. Hasil Manufaktur Spesimen Uji Tarik Komposit Hybrid

Panel komposit dimanufaktur dengan susunan lay-up seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil ketebalan rata-rata tiap panel komposit setelah *cured* adalah 5 mm. Gambar 1 menunjukkan hasil spesimen yang telah dipotong sesuai dengan ASTM D638. Spesimen ini kemudian diberikan beban tarik secara perlahan di mesin uji

tarik sampai patah. Besaran gaya tarik dan defleksi dicatat untuk kemudian dihitung nilai kekuatan tarik dan regangannya.

Kekuatan tarik dan regangan spesimen dihitung dari persamaan (1) dan (2) berikut.

$$\sigma = F / A \quad (1)$$

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 \quad (2)$$

$\sigma$  adalah tegangan yang terjadi di spesimen.  $F$  adalah gaya tarik yang diberikan ke spesimen.  $A$  adalah luas penampang awal spesimen.  $\varepsilon$  adalah regangan yang terjadi di spesimen.  $\Delta L$  adalah perubahan panjang spesimen.  $L_0$  adalah panjang awal spesimen.

Berdasarkan kekuatan tarik dan regangan yang diperoleh, maka akan dipilih panel yang lebih baik (Panel 1 atau Panel 2). Selanjutnya panel yang terpilih akan menjadi dasar dalam pembuatan spesimen untuk uji bending dan uji impact. Spesimen uji dibuat dengan mengacu kepada masing-masing standar pengujian seperti yang terlihat pada Gambar 2. Terdapat 7 spesimen yang akan diujikan pada uji bending dan 7 spesimen yang akan diujikan pada uji impact.



Gambar 2. Hasil Manufaktur Spesimen Uji Tekuk (Atas) dan Uji Impact (Bawah)

Kekuatan tekuk spesimen dihitung dari persamaan (3) dan (4) berikut.

$$\sigma_f = 3 PL / 2 bd^2 \quad (3)$$

$$\varepsilon_f = 6 Dd / L^2 \quad (4)$$

$\sigma_f$  adalah tegangan tekuk (*bending*) yang terjadi di titik tengah spesimen.  $P$  adalah tegangan pada fiber terluar pada titik tengah spesimen.  $L$  adalah jarak antar

tumpuan.  $b$  adalah lebar spesimen.  $d$  adalah tebal spesimen.  $\epsilon f$  adalah regangan pada permukaan terluar.  $D$  adalah defleksi maksimum titik tengah spesimen.

Kekuatan impak diukur berdasarkan banyaknya energi yang diserap spesimen selama proses pengujian seperti pada persamaan (5) berikut.

$$E_{ak} = E_{id} - E_f \quad (5)$$

$E_{ak}$  adalah energi aktual untuk mematahkan spesimen.  $E_{id}$  adalah energi ideal yang merupakan selisih energi potensial titik awal dan titik akhir pendulum uji.  $E_f$  adalah energi akibat gesekan pada alat uji.

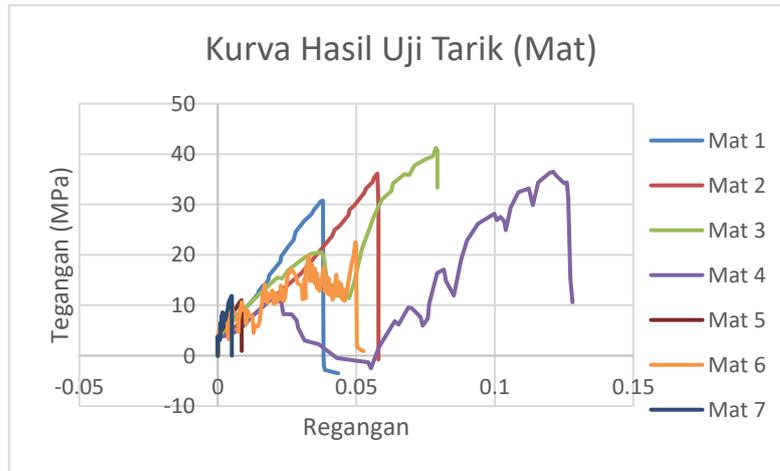
### Hasil

Gambar 3 menunjukkan hasil patahan beberapa spesimen setelah melalui proses uji tarik. Posisi patahan spesimen cukup bervariasi seperti yang terlihat ada yang terjadi pada bagian Tengah, namun ada juga yang terjadi pada bagian grip. Idealnya patahan hasil uji tarik terjadi pada bagian Tengah.

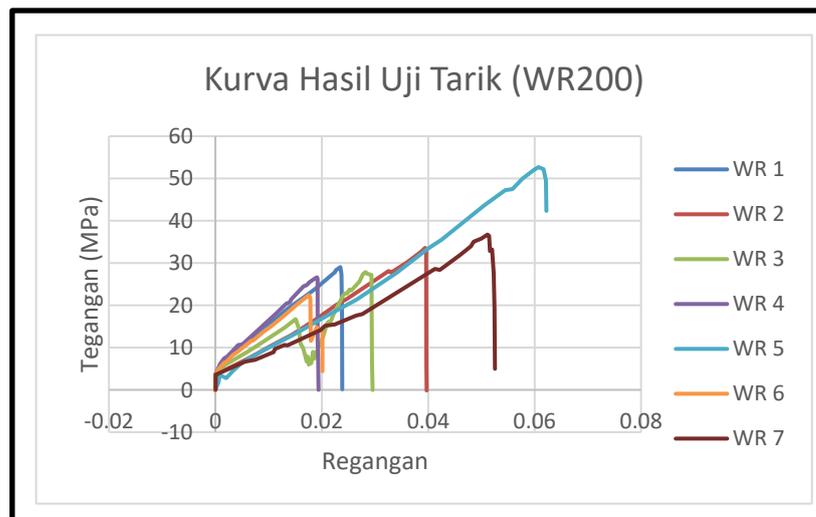


Gambar 3. Hasil Uji Tarik Spesimen Komposit Hybrid

Selanjutnya Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan hasil uji tarik yang dilakukan pada 14 spesimen yang telah dibuat. Gambar 4 menunjukkan hasil uji tarik pada spesimen yang terbuat dari komposit Panel 1, sedangkan Gambar 5 menunjukkan hasil uji tarik pada spesimen yang terbuat dari Panel 2. Berdasarkan hasil pada Gambar 4 dan Gambar 5, terlihat bahwa kurva-kurva pada Gambar 5 lebih konsisten dibandingkan kurva-kurva pada Gambar 4. Hal ini menunjukkan bahwa bahan WR200 dapat memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan bahan Mat.



Gambar 4. Kurva Hasil Uji Tarik Spesimen Mat



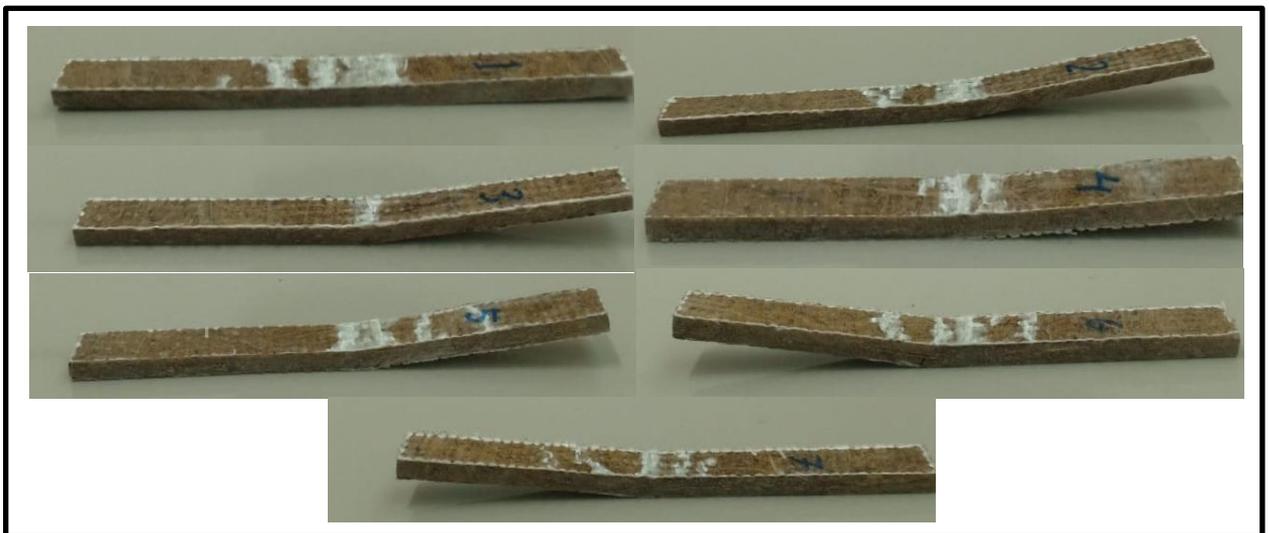
Gambar 5. Kurva Hasil Uji Tarik Spesimen WR200

Pada Gambar 4, terlihat bahwa spesimen 7 (Mat 7) memiliki Kekuatan Tarik atau Tegangan sebesar 11 MPa dan Regangan 0,005. Spesimen 4 (Mat 4) menunjukkan penurunan kekuatan terlebih dahulu baru kemudian terjadi peningkatan kekuatan. Hal ini mengindikasikan bahwa susunan mat yang tidak beraturan dapat mempengaruhi karakteristik kekuatan material. Spesimen 1, 2, dan 3 (Mat 1, Mat 2, dan Mat 3) menunjukkan karakteristik yang umumnya ditemui pada hasil uji tarik komposit. Sedangkan pada Gambar 5, hampir seluruh spesimen menunjukkan pola kurva yang sama. Hasil pada Gambar 5 ini tentu lebih diharapkan dalam pembuatan material komposit karena sifatnya yang konsisten dan dapat diprediksi.

Jika ditinjau dari rata-rata kekuatan tarik (Tegangan), didapat bahwa rata-rata Tegangan Panel 1 (Mat) sebesar 27,1 MPa dan Panel 2 (WR200) sebesar 32,7

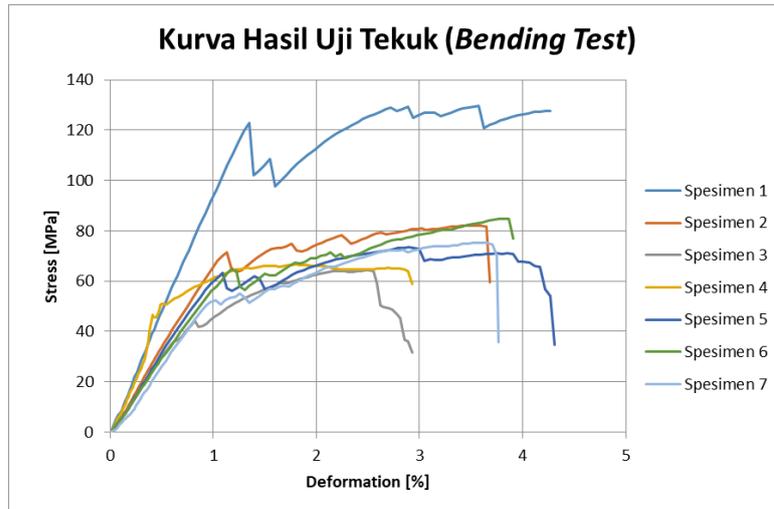
MPa. Hal ini menunjukkan bahwa bahan penyusun WR200 dapat memberikan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan bahan Mat. Jika ditinjau dari rata-rata Regangan, didapat bahwa kedua panel memiliki rata-rata Regangan sebesar 0,04. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa Panel 2 (WR200) lebih baik jika dibandingkan dengan Panel 1 (Mat).

Selanjutnya jenis bahan dan susunan layer yang digunakan pada panel 2 (WR200) diterapkan untuk membuat spesimen uji tekuk dan uji impak (lihat Gambar 2). Gambar 6 menunjukkan spesimen uji tekuk yang telah mengalami pembebanan tekuk hingga terjadi kerusakan/patahan. Gambar paling kiri atas menunjukkan spesimen tekuk 1, gambar paling kanan atas menunjukkan spesimen tekuk 2, dan begitu seterusnya hingga spesimen tekuk 7 yang berada di posisi paling bawah. Dari ketujuh spesimen hasil Uji Tekuk, terlihat bahwa lapisan fiber masih menempel dengan lapisan sabut kelapa. Hal ini menunjukkan bahwa integritas struktur masih terjaga pada pembebanan tekuk.

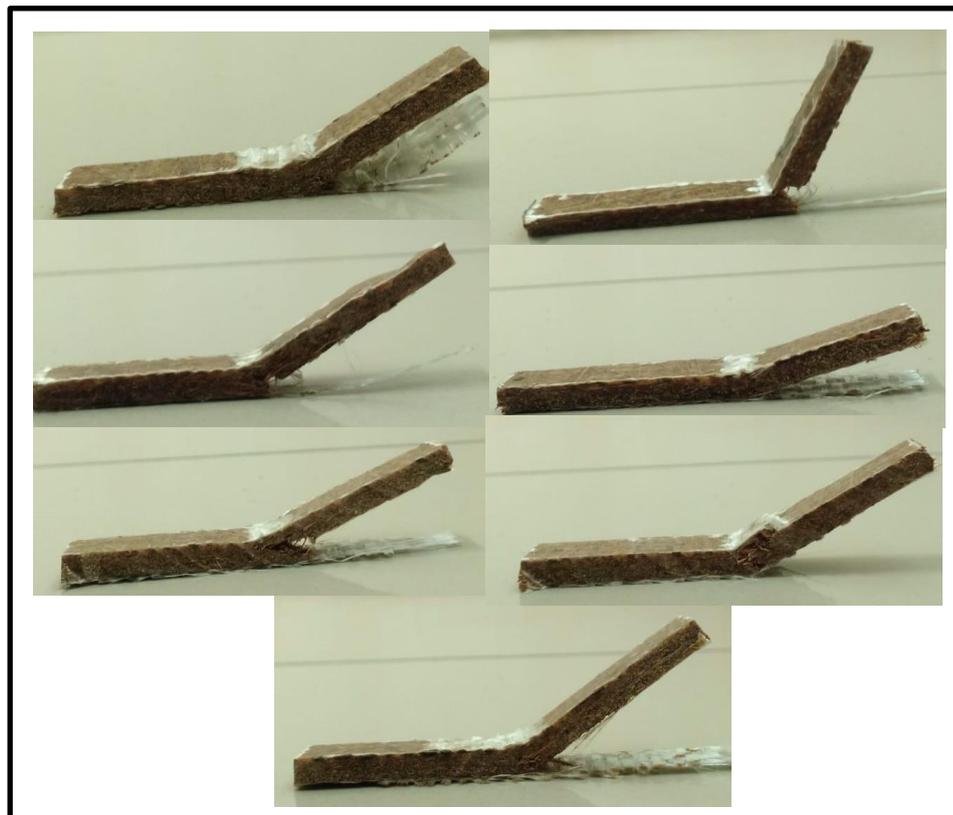


Gambar 6. Hasil Uji Tekuk Spesimen Komposit *Hybrid*

Gambar 7 menunjukkan hasil Uji Tekuk yang disajikan dalam kurva Tegangan (MPa) terhadap Deformasi (%). Secara umum ketujuh spesimen menunjukkan pola yang sama, hanya saja spesimen 1 menunjukkan nilai yang lebih besar dibanding yang lain. Berdasarkan Gambar 7, rata-rata kekuatan tekuk terbesar (*flexural strength*) dari komposit *hybrid* pada penelitian ini adalah 82,4 MPa. Sedangkan rata-rata deformasi terbesar adalah 3,9%.

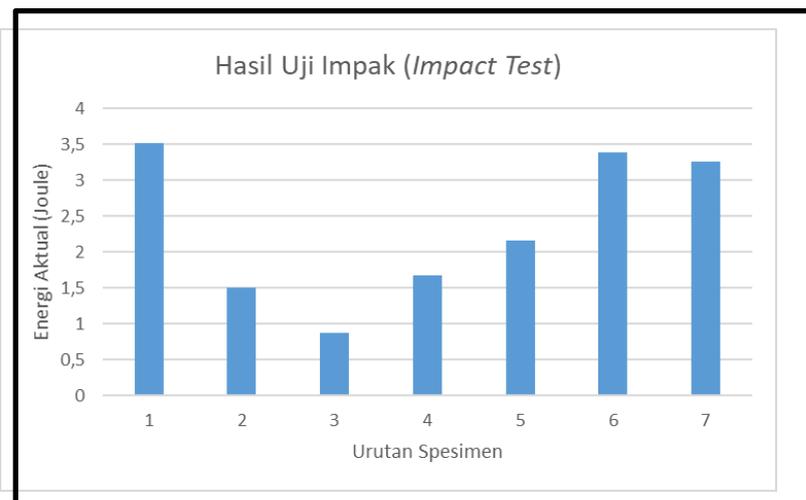


Gambar 7. Hasil Uji Tekuk Spesimen Komposit *Hybrid*



Gambar 8. Hasil Uji Impak Spesimen Komposit *Hybrid*

Gambar 8 menunjukkan spesimen uji impact yang telah mengalami pembebanan tumbukan (*impact*) hingga terjadi kerusakan/patahan. Gambar paling kiri atas menunjukkan spesimen impact 1, gambar paling kanan atas menunjukkan spesimen impact 2, dan begitu seterusnya hingga spesimen impact 7 yang berada di posisi paling bawah. Hampir seluruh spesimen pada uji impact menunjukkan bahwa lapisan sabut kelapa dan lapisan *fiberglass* menjadi terpisah akibat beban impact yang diberikan.



Gambar 9. Hasil Uji Impact Spesimen Komposit *Hybrid*

Gambar 9 menunjukkan besarnya Energi Aktual yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen uji impact. Spesimen 1 merupakan spesimen dengan kemampuan menyerap energi impact terbesar yaitu 3,5 Joule, sedangkan yang terkecil yaitu spesimen 3 dengan energi sebesar 0,87 Joule. Berdasarkan Gambar 9, rata-rata besarnya nilai impact atau energi yang mampu diserap komposit *hybrid* sabut kelapa adalah 2,34 Joule sedangkan usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen sebesar 43,6 kJ/m<sup>2</sup>.

## Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian ini, diketahui bahwa kekuatan tarik terbesar (*ultimate tensile strength*) komposit sabut kelapa yang terbuat dari bahan mat fiberglass (Panel 1) sebesar 27,1 MPa dan komposit yang terbuat dari bahan WR200 Fiberglass (Panel 2) sebesar 32,7 MPa. Pada penelitian ini, jenis dan susunan serat pada Panel 2 dipilih sebagai konfigurasi dalam membuat komposit *hybrid* dimana komposit tersusun atas 4 lapis WR200 dan 1 lapis sabut kelapa (lihat Tabel 1). Pada konfigurasi ini berat WR200 *fiberglass* sebesar 19 gram, berat sabut kelapa 128 gram, dan berat resin 320

gram. Fraksi berat komposit *hybrid* tersebut adalah *fiberglass* 4%, sabut kelapa 27%, dan resin 69%.

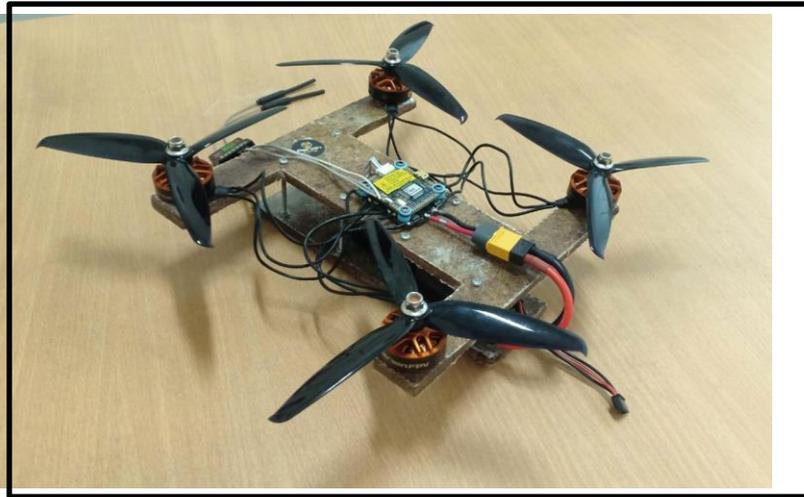
Penelitian lain menunjukkan bahwa pada komposit *hybrid* yang tersusun atas fiberglass dan sabut kelapa, kekuatan tarik komposit *hybrid* dapat mencapai 56 MPa dan modulus elastisitas 1029 MPa jika komposit dibuat dari 86 gram sabut kelapa (19%), 50 gram *fiberglass* dengan tipe *woven roving* (11%), dan 325 gram resin (70%). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi rasio berat *fiberglass* yang digunakan maka semakin besar kekuatan tarik komposit (Setiajit dkk., 2024).

Jika ditinjau pada komposit yang tersusun atas *fiberglass* dan resin saja (tanpa sabut kelapa), dimana fraksi berat WR200 *fiberglass* sebesar 40% dan resin sebesar 60%, didapatkan bahwa kekuatan tarik komposit dapat mencapai 82 MPa (Suprayogi et al., 2025). Pada fraksi berat yang sama, namun dengan susunan fiberglass berupa 4 lapisan yang terdiri atas WRM (Woven Roving Mat 200) dan CSM (Chopped Strand Mat) dan matriks berupa resin Polyester, didapat bahwa komposit dapat mencapai kekuatan tarik 154 MPa dan kekuatan tekuk 197 MPa (Sulistyo & Wirawan, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa jenis serat dan resin yang digunakan dapat memengaruhi kekuatan komposit. Ditinjau dari kekuatan tarik yang dihasilkan, komposit *hybrid* pada penelitian ini memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan komposit lain disebabkan penggunaan sabut kelapa sebagai penguat. Meski demikian, studi mengenai penggunaan sabut kelapa masih menarik mengingat sifatnya yang ramah lingkungan dan kekuatannya memadai untuk digunakan pada struktur rangka drone berukuran kecil.

Kekuatan tekuk (*flexural strength*) dari komposit *hybrid* sabut kelapa yang diperoleh dari uji tekuk pada penelitian ini adalah 82,4 MPa. Hasil ini lebih rendah dibandingkan komposit lain yang terbuat dari fiberglass WRM dan CSM dengan nilai kekuatan tekuk sebesar 197 MPa. Sedangkan uji impak pada penelitian ini menunjukkan besarnya energi benturan (impak) yang mampu diserap komposit hybrid sabut kelapa sebesar 2,34 Joule dan usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen sebesar 43,6 kJ/m<sup>2</sup>. Pada penelitian lain, komposit *hybrid* yang terbuat dari serat pisang, pasir besi, dan resin polyester memiliki kemampuan menyerap benturan sebesar 2,7 Joule.

Data-data di atas menjadi pertimbangan dalam menentukan desain rangka drone. Setelah desain ditentukan, selanjutnya rangka drone dimanufaktur dan dirakit hingga menjadi drone yang dapat terbang. Berat total rangka drone beserta komponen

elektrik yang telah terpasang yaitu 625 gram dengan hasil akhir seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Drone* berbahan sabut kelapa hasil manufaktur dan perakitan

### **Kesimpulan**

Komposit *hybrid* sabut kelapa dan *glass fiber* dibuat dengan menggunakan metode *hand layup*. Variasi dilakukan pada jenis bahan penyusun yaitu Mat Fiberglass (pada Panel 1) dan WR200 Fiberglass (pada Panel 2). Hasil uji tarik berdasarkan ASTM D638 menunjukkan bahwa bahan WR200 dapat memberikan hasil yang lebih konsisten dan lebih kuat jika dibandingkan dengan bahan mat. Rata-rata kekuatan tarik terbesar (Tegangan) Panel 1 sebesar 27,1 MPa sedangkan Panel 2 sebesar 32,7 MPa. Sedangkan rata-rata regangan Panel 1 dan Panel 2 sebesar 0,04. Panel 2 (Serat sabut kelapa dan fiberglass WR200) dipilih sebagai konfigurasi utama untuk dilakukan uji tekuk dan uji impak. Pengujian pada komposit *hybrid* Panel 2 menunjukkan bahwa komposit tersebut memiliki rata-rata kekuatan tekuk terbesar (*flexural strength*) sebesar 82,4 MPa dengan deformasi 3,9% dari jarak antar tumpuan pada saat pengujian. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit tersebut mampu menyerap energi benturan sebesar 2,34 Joule dan usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen sebesar 43,6 kJ/m<sup>2</sup>. Konfigurasi Panel 2 telah berhasil dimanufaktur menjadi rangka drone berukuran kecil dan telah diintegrasikan dengan perangkat elektrik sehingga drone dapat terbang.

Berdasarkan penelitian ini, disimpulkan bahwa serat sabut kelapa dapat digunakan bersamaan dengan *fiberglass* sebagai bahan penyusun rangka *drone*. Penggunaan fiberglass berbentuk *Woven Roving* (WR) dapat memberikan hasil yang lebih konsisten dan lebih kuat jika dibandingkan dengan *fiberglass* berbentuk mat.

Untuk lebih meningkatkan performa rangka *drone* berbahan sabut kelapa, maka penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada berbagai aspek seperti peningkatan kekuatan impak melalui pemilihan jenis resin yang tepat, pemilihan metode manufaktur *vacuum bagging*, maupun studi tentang cara mencegah terjadinya penyerapan air oleh serat sabut kelapa.

### Daftar Pustaka

- Akil, Hm., Omar, M. F., Mazuki, A. A. M., Safiee, S., Ishak, Z. A. M., & Bakar, A. A. (2011). Kenaf fiber reinforced composites: A review. *Materials & Design*, 32(8–9), 4107–4121.
- Aparna, A.R., Shamanth, P.V., Fernandes, A.J., Janani, B.S., Chaitra, G., Bhansali, D., Raju, D.S., Kumar, N. (2024). EMI Shielding Materials in Drones. *AAJ*, 3(4) 545-552. DOI: 10.61359/11.2106-2456.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022, Maret 31). Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman, 2021. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NzY4IzI%3D/produksi-perkebunan-rakyat-menurut-jenis-tanaman.html>
- Bangkui, F.A.N., Yun, L., Ruiyu, Z., Qiqi, F.U. (2020). Review on the Technological Development Application of UAV Systems. *CJE*, 29(2), 199-207. DOI: 10.1049/cje.2019.12.006.
- Cikal, A. (2024). Pengembangan Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa untuk Aplikasi Industri Berkelanjutan. *SENS* 9, 9(1), 433-435.
- Gundara, G., & Nur Rahman, M. B. (2019). Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 3(1). <https://doi.org/10.18196/jmpm.3132>
- Harika, C., Kumar, A.S., & Rao, M.V.R. (2024). Comparative Study on Effect of Material on structural Performance of a Quadcopter Drone with 'X- Frame'. *Journal of Physics: Conference Series* 2837. DOI:10.1088/1742-6596/2837/1/012099.
- Ikhsan, M., Permana, I., Pratama, R. A., Setiajit, S. B. (2024) Pengembangan Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuatan Rangka Surveillance Drone. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*. DOI:10.56521/teknika.v10i1.1048.
- Ilham, Bakri, & Magga, R. (2019). Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk dan Sabut Kelapa dengan Orientasi Serat Acak. *Jurnal Mekanikal*,

- 10(2), 980–991.
- Mawardi, I., & Hanif. (2018). Sifat Mekanis Komposit Polimer Hibrid Diperkuat Serat Sabut Kelapa-E-Glass. *Ethos*, 6(2), 297–304.
- Mittal, O., Sahu, A., & Kulkarni, N. (2024). Design of Multi-Rotor Flying Wing Configuration Quadplane Unmanned Aerial Vehicle. *AAJ*, 3(3), 495-504. DOI: 10.61359/11.2106-2447.
- Putra, F. U., Paundra, F., Muhyi, A., Hakim, F., Triawan, L., & Aziz, A. (2023). Pengaruh Variasi Tekanan dan Fraksi Volume pada Hybrid Composite Serat Sabut Kelapa dan Serat Bambu Bermatriks Resin Polyester terhadap Kekuatan Tarik dan Bending. *Foundry*, 6(1), 8–15.
- Rajoo, P. G., Thariq, M., Sultan, H., Syazwani Shahar, F., Łukaszewicz, A., Basri, A. A., Umaira, A., Shah, M., Nayak, S. Y., Grzejda, R., & Holovatyy, A. (2023). The Development of UAV Airframes Made of Natural Fibers: A Review. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202307.0528.v1>
- Retyo Titani, F., Logys Imalia, C., & Haryanto. (2018). Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass Pada Komposit Resin Polyester Untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang. *Techno*, 19(1), 23–28. <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/Techno>
- Setiajit, S. B., Permana, I., Ikhsan, M. (2024). Studi Variasi Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Glass Fiber Reinforced Polymer Hybrid Sabut Kelapa. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 96-102.
- Shelake, P.R., Ambad, T.M., Kumbhar, B.B., Deshmukh, B.M., & Jadhav, A.A. (2024). Fabrication of Drone Components by Using Composite Glass Fibre. *IJSRSET*, 11(7), 993-998.
- Siswanto, Wiyono, T., Heru Sudargo, P., & Rachmadi, A. (2023). Studi Rekayasa Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Menggunakan Silane Coupling Agent. *Teknika*, 8(1), 66–71.
- Somasekhar, Y. (2024). Indigenous Multi-Role X-Quadcopter: Design, Development, Advancements and its Applications. *AAJ*, 3(3), 479-486. DOI: 10.61359/11.2106-2445.
- Sulistyo, A.B., & Wirawan, W.A. (2024). Evaluation of Tensile Strength and Flexural Strength of GFRP Composites in different types of matrix polymers. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 123(2), 49-57. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.6847>.
- Suprayogi, A., Permana, I., dan Setiajit, S.B. (2025). Gaya Tarik Maksimal Komposit

GFRP dengan Metode Hand Lay-Up pada Variasi Ketebalan. JTREMM, 1(1), 26-31.

Wijaya, D., & Hidayat, S. (2022). Pengaruh Fraksi Volume Serat pada Komposit Hibrid Serat Tebu dan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik. Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar, 78–83.

Zulkifli, Bagus Dharmawan, I., & Anhar, W. (2020). Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy. Jurnal Polimesin, 18(1), 47–52.